

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-065037

(43)Date of publication of application : 23.03.1988

(51)Int.Cl.

G22C 9/00

G22F 1/08

H01B 1/02

(21)Application number : 61-208895

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE  
FURUKAWA TOKUSHU KINZOKU  
KOGYO KK

(22)Date of filing : 05.09.1986

(72)Inventor : TANIGAWA TORU  
SHIGA SHOJI  
KURIHARA MASAOKI  
OKUDA KOZO  
KAGA ICHIRO

## (54) FINE COPPER WIRE AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a fine copper wire excellent in deformability and having high wire strength, by subjecting an ingot having a specific composition consisting of Na, K, etc., and Cu and cast under vacuum or under nonoxidizing atmosphere to proper wire drawing and annealing treatment.

CONSTITUTION: The ingot consisting of 0.1W2,000ppm of one or more elements among Na, K, Rb, Cs, Sr, Ba, Ga, Tl, Mo, and W and the balance Cu is cast under vacuum or nonoxidizing atmosphere. It is preferable that Cu of  $\geq 99.999\text{wt}\%$  purity, desirably of  $\geq$  about 99.9999%, is used as the above Cu. The above ingot is repeatedly subjected to wire drawing and annealing treatment so as to be formed into the prescribed wire diameter. At this time, at least final draft is regulated to 70W99.99%, and elongation is also regulated to 2W20% by means of annealing treatment or by further application of working at 1W5% draft after the above annealing treatment. In this way, the fine copper wire combining excellent deformability with high wire strength, free from softening at ordinary temp. and sag of loop, having superior shape of ball and suitable for ball bonding wire can be obtained.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-65037

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)3月23日

C 22 C 9/00  
C 22 F 1/08  
H 01 B 1/02

6411-4K  
6793-4K  
8222-5E

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 銅細線とその製造方法

⑰ 特 願 昭61-208895

⑱ 出 願 昭61(1986)9月5日

⑲ 発 明 者 谷 川 徹

栃木県日光市清滝町500 古河電気工業株式会社日光電気  
精銅所内

⑳ 発 明 者 志 賀 章 二

栃木県日光市清滝町500 古河電気工業株式会社日光電気  
精銅所内

㉑ 発 明 者 栗 原 正 明

栃木県日光市清滝町500 古河電気工業株式会社日光電気  
精銅所内

㉒ 出 願 人 古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉓ 出 願 人 古河特殊金属工業株式  
会社

神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号

㉔ 代 理 人 弁理士 飯田 敏三

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

銅細線とその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) Na, K, Rb, Cs, Sr, Ba, Ga, Tl, Mo及びWから成る群から選ばれた少なくとも1種の元素を0.1~2000ppm含有し、残部Cuから成ることを特徴とする銅細線。

(2) 残部のCuが純度99.999重量%以上のCuである特許請求の範囲第1項記載の銅細線。

(3) 真空または非酸化性雰囲気下で製造されたNa, K, Rb, Cs, Sr, Ba, Ga, Tl, Mo及びWから成る群から選ばれた少なくとも1種の元素を0.1~2000ppm含有し、残部Cuから成る銅塊を、伸線加工と焼鈍処理を繰り返して所定の線径にするに当り、少なく

とも最終加工率を70~99.99%とし、焼鈍処理により2~20%の伸びとすることを特徴とする銅細線の製造方法。

(4) 焼鈍処理後に1~5%の加工を加えて2~20%の伸びとする特許請求の範囲第3項記載の銅細線の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電子機器用途に用いられる銅細線に関し、特に半導体製造に用いられるボンディングワイヤに関する。

(従来の技術)

ICやトランジスタ等の半導体の製造において、Siチップ上の回路素子と外部の電極への接続や、外部との情報のやりとりを行うために、回路素子に接続したパッドと、半導体のリード間には線径1.5~100μmの金やアルミニウムあるいはアルミニウム合金等の細線が用いられている。

(発明が解決しようとする問題点)

## 特開昭63-65037(2)

このうち、アルミニウムやアルミニウム合金は電極との接合は同種金属で行える利点を有し、安価であるけれどもボールボンディングが困難であり、生産性に劣る超音波を用いるウェッジボンディングが行われているのみならず、さらに耐食性に劣るために、樹脂封止型の半導体では透過水によるワイヤの腐食が生じるので、一部の気密封止型半導体に専ら使用されている。

一方、金は耐食性に優れ、生産性の高いボールボンディングを利用できる等の利点を有し、樹脂封止型の半導体を中心に広く利用されている。しかしながら、素材である金が著しく高価であるばかりか、電極パッドのアルミニウムやアルミニウム合金と脆弱な  $Al-Au$  の金属間化合物を形成したり、あるいは透過水の存在下でアルミニウムと電食対を形成してアルミニウムを腐食せしめる等により、電気回路の断線を生じることが知られている。特に半導体の高度集積化によって熱発生による温度上昇やチップ面積の増大による透過水経路の短縮とともに多ピン化による信頼性の大幅

種の元素を0.1~2000ppm含有し、残留Cuから成る銲境を、伸線加工と焼鈍処理を繰り返して所定の線径にするに当り、少なくとも最終加工率を70~99.99%とし、焼鈍処理により2~20%の伸びとすることを特徴とする銅細線の製造方法を提供するものである。

本発明の銅細線の製造は、非酸化性雰囲気、もしくは真空中で前記組成の銅合金の銲境ビレットを銲造した後、必要に応じて熱間加工を行い、その後伸線加工と焼鈍を繰り返して所定線径とした後、最終焼鈍を行って所定の性能とする工程により行うことができる。この際少なくとも焼鈍前の最終加工率を70~99.99%、好ましくは90~99.95%とし、さらに150~400℃の温度で所定時間焼鈍して伸びを2~20%、好ましくは8~18%に調整すると、より優れた特性とすることができる。また、焼鈍により細線の特性を発現する代わりに、過剰に焼鈍した後、1~5%の加工率の伸線加工を行って同様の特性としてもよい。

な低下が懸念される。

このために金に代替でき、かつ、特性的にも金に劣らないワイヤの開発が望まれていた。

このために、銅のワイヤが提案されているけれども、その変形能が金に劣り、パッド下にクラックを生じたり、電極のアルミニウムとの接合が不十分であるという問題点を生じている。特に高集積ICでは、電極パッド下に  $SiO_2$  等の脆い絶縁層が存在する例が多く、金に匹敵するかまたはそれ以上の変形能を有する銅ワイヤの開発が期待されていた。

(問題点を解決するための手段)

本発明は上記に鑑みて鋭意検討の結果達成されたものであり、Na、K、Rb、Cs、Sr、Ba、Ga、Tl、Mo及びWから成る群から選ばれた少なくとも1種の元素を0.1~2000ppm含有し、残留Cuから成ることを特徴とする銅細線及び真空または非酸化性雰囲気下で銲造されたNa、K、Rb、Cs、Sr、Ba、Ga、Tl、Mo及びWから成る群から選ばれた少なくとも1

半導体素子とインナーリード間のワイヤボンディングはボールボンディングされる例が多い。

ボールボンディングにおいて、細線は  $H_2$  炎又は放電により先端をメルトしてボールを形成されるがボールが真球に近く偏芯していないこと、ボールが電極であるアルミニウムパッドに容易に接合すること、ワイヤのループが適当な高さを保持すること、ステッチ個の接合が十分であること等が必要とされる。

銅は純度の向上により、変形能が優れたものとなるけれども、常温軟化し易くループのダレを生じたりすること、ロットによる特性のバラツキを生じ易いこと、またボールボンディング時に電極パッドのアルミニウムと接合しない、ボール浮き現象を生じ易いことなどの欠点を有していた。

本発明によれば、Na、K、Rb、Cs、Sr、Ba、Ga、Tl、Mo及びWから成る群から選ばれた少なくとも1種の元素を0.1~2000

## 特開昭63-65037(3)

ppm添加することにより上記欠点を解消できるばかりでなく、チップの機械的損傷を防止するため低荷重、低超音波出力条件を要求される高集積ICのボールボンディングにおいても金に匹敵する以上のボンディング特性が得られる。

この添加元素の作用は前記濃度範囲で有利に発現できる。

また以上の作用は高純度の銅でより有効に発現できるので、その不純物は少ないほど良く、銅純度99.999%以上、望ましくは99.9999%以上が良い。

銅細線については以上のボール及びステッチ側ボンディング性と共にループ形状やワイヤ強度が実用的に重要である。これらの特性には、ワイヤの機械的特性が関与するけれども半導体の種類や、ボンディング方式及び装置条件によって要求される特性は異なる。しかしながら、伸びが著しく小さいと、ループ高さが大きくなり、ワイヤ間でのショートを引き起こす原因となる他、ワイヤ変形能が小さく、ステッチボンドを行うに高荷重、

高超音波出力を必要とするほど、ボンディング性が低下する。一方、伸びが著しく大きいと、ループ高さが低くなり、チップとの接触を損く危険がある他、ステッチボンドでのワイヤ流れが大きくなり、ネック部が脆弱となり易い。また、ボンド後のワイヤテイルが不均一となり、ボール形成が行えない事態が生じることとなる。

このため、前記の機械的特性が実用上有効である。これらの特性を実用的に安定して有利に発現するためには、製造工程、特に最終伸線工程での加工率が特に重要であり、前記加工範囲が必要とされる。

## (実施例)

次に本発明を実施例に基づきさらに詳しく説明する。

## 実施例1

真空溶解炉を用いて99.9996%の純銅に添加元素を加え第1表の実験No.1~19に示した合金組成の銅塊(25mm×140mm)ビレットを鍛造した。このビレットを面削して約20mm

(直径)×100mm(長さ)とした後、熱間圧延で直径約10mmとし、その後直径8mmまで皮ムキを入れて伸線を行った。

さらに92%の加工率での伸線と、350℃での真空焼鈍を繰り返して、直径25μmのワイヤとした。最後にアルゴン雰囲気中250~400℃の温度とした走間焼鈍炉で焼鈍を行い、伸び約15%前後にしたワイヤを製造した。この実験No.1~19で得られたワイヤの機械的特性を第2表に示した。同表中B1は破断強度、E1は伸びである。

ワイヤ中の酸素量はいずれも5ppm以下であった。

特開昭63-65037(4)

第 1 表

実験 No.	添 加 元 素 (単位ppm)										備 考
	Na	K	Rb	Cs	Sr	Ba	Ga	Tl	Mo	W	
1	0.1										本発明
2						0.2					"
3									0.1		"
4			0.3			87				0.3	"
5		0.4			0.1						"
6				0.8			0.8				"
7								5.3		2.1	"
8	6.4	3.1									"
9			3.4		21	48					"
10							1217		27		"
11	120				35					112	"
12		1810									"
13					313			1532		78	"
14	Cuのみ										比較例
15		2530									"
16		218			250		1700			84	"
17				2874		1200					"
18	74		32			2200	1300		513		"
19	Au										"

これらのワイヤを10% $H_2$ - $N_2$ 雰囲気中で、ボンディング条件を、荷重35g、超音波出力0.02W、時間30ms、ステージ温度275℃としてマニュアル型のワイヤボンダーでボールボンドを行い、次の項目について比較試験した。

- 1) ボールの形状(真球度、偏芯)
- 2) ボールの歪(ボールアップ直後のボールの径と押潰した後のボール径との比較)
- 3) ボール付き(Siウエハ上に落着いた1 $\mu$ m厚のAlにボールボンドした時の接合不成功率)
- 4) チップ割れ
- 5) 接合ワイヤ破断モード(ボンディング後ワイヤブル試験を行った時の破断の部位が接合部かワイヤ切れかをみる。ワイヤ切れの割合(%)で示す。)
- 6) ループ形状(ボンディング後のループの形状)

なお、5)、6)の項目については基材として

メッキレスのCu-0.15Cr-0.1Sn合金条(0.25mm厚)を用いた。

この結果を第2表に示した。同表の結果より本発明のワイヤはボンディング特性が優れるのに対して実験No.14(無添加)や実験No.15~18(過剰添加)は同じレベルのボール変形能を有するけれども、ボール付き率が高いこと、ループ形状が適当でないことがわかる。また微量添加(実験No.4~12)は無添加(実験No.14)のワイヤに対してボール付き率が小さいことがわかる。

特開昭63-65037(5)

第 2 表

実験 No.	B 2 (g)	E 2 (%)	ボール形状	ボール歪	ボール浮き (%)	チップ割れ	ループ形状	ワイヤ切れ率 (%)	備 考
1	12.1	14.4	良 好	0.7	8	無	良 好	100	本発明
2	11.8	13.2	"	0.6	8	"	"	"	"
3	12.2	14.8	"	0.6	7	"	"	"	"
4	10.8	14.9	"	0.7	8	"	"	"	"
5	11.8	14.1	"	0.8	10	"	"	"	"
6	11.4	13.8	"	0.7	8	"	"	"	"
7	11.2	15.0	"	0.6	9	"	"	"	"
8	12.2	14.7	"	0.7	7	"	"	"	"
9	10.8	14.8	"	0.6	11	"	"	"	"
10	12.8	13.8	"	0.6	10	"	"	"	"
11	11.4	15.2	"	0.7	8	"	"	"	"
12	10.8	14.2	"	0.6	8	"	"	"	"
13	12.3	15.5	"	0.7	7	"	"	"	"
14	10.1	14.1	やや偏芯	0.5	13	"	低 い	"	比較例
15	12.4	13.7	良	0.4	32	"	やや高い	91	"
16	13.1	14.8	"	0.4	56	"	高 い	74	"
17	12.1	15.5	やや偏平	0.3	88	有	"	63	"
18	13.3	12.8	"	0.3	82	"	"	68	"
19	12.1	4.1	良 好	0.6	4	無	良 好	100	"

## 実施例 2

実施例 1 の実験 No. 2 と同じ合金組成の純度ビレットを用いてワイヤを製造した。この場合最終伸線加工率を 80、99、95、99、97% とするとともに、焼鈍温度を変えて種々の伸びのものを作った以外は実施例 1 と同様に行なった。

これらワイヤについて実施例 1 の条件でメッキレスの Cu-0.15Cr-0.1Sn 合金条 (0.25mm 厚) にボールボンドを行い、そのブル試験を実施して、ワイヤ破断モードの割合を求めた。

結果を第 1 図に示した。

同図の結果より高加工率でも、2~20% の範囲内で良好なボンディング特性が得られることがわかる。

## (発明の効果)

本発明の銅細線は変形能が優れるばかりでなく、ワイヤ強度が高く、常温軟化せず、ループのダレを生じない。またボールの形状が良好でボー

ルボンディングにおいて電極パッドのアルミニウムとの接合性が高く、ボール浮き率が大いという優れた効果を実現する。

さらに本発明の銅細線によれば、チップの機械的損傷を防止できるため低荷重、低超音波出力条件を要求される高集積 IC のボールボンドにおいても金に匹敵する以上のボンディング特性が得られる。

本発明によれば安価な銅線を用いて金線を有利に代替できる。

本発明は、高純度 Cu の特性を追求して得られた成果であり、上記の効果のほか長期の信頼性については、前述の如く  $A_2/A_0$  は因相拡散して脆弱な界面相を形成し、パーブルブラッグ現象を起こし易いが、 $A_2-Cu$  はこれに比して数分の 1 以下であることが知られており、この意味でも効果は極めて大きい。

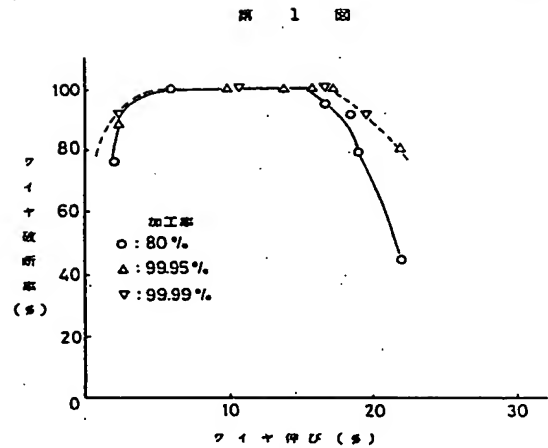
## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は Cu-0.15Cr-0.1Sn 条にボールボンドしたワイヤの破断モード中、正常な

特開昭63-65037(6)

ワイヤ切れの割合を、ワイヤの最終伸線加工率と  
伸びについて比較した結果である。

特許出願人 古河電気工業株式会社  
同 古河特殊金属工業株式会社  
代理人 弁理士 飯田 敏 三



第1頁の続き

⑬発明者 奥 田 耕 三 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号 古河特殊金属工業株式会社内  
⑭発明者 加 賀 一 郎 神奈川県平塚市東八幡5丁目1番8号 古河特殊金属工業株式会社内